

하치조신경 전달 마취 시 알칼리화 된 리도카인의 마취 효능에 관한 임상적 연구

김태환 · 김경욱 · 김철환
단국대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

Abstract

A CLINICAL STUDY OF ANESTHETIC EFFICACY OF ALKALINIZING LIDOCAINE IN INFERIOR ALVEOLAR NERVE BLOCKS

Tae-Hwan Kim, Kyung-Wook Kim, Chul-Hwan Kim
Dept. of Oral & Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Dankook University

Inferior alveolar nerve block using lidocaine is the most frequent local anesthetic method in the dental treatment, but clinically it is not always successful. The 2% lidocaine cartridge has been used commonly in dental anesthesia. It contains vasoconstrictor and antioxidant, which presents low pH which provides chemical stability and longer shelf life.

But alkalinized local anesthetics has less tissue trauma, easier dissociation of the non-ionized base which penetrates nerve sheath, rapid onset and more intensity.

In this study, in inferior alveolar nerve block, alkalinized lidocaine using sodium bicarbonate (experimental group) is compared with plain lidocaine (control group) about injection pain, anesthetic onset, duration and postinjection discomfort.

In inferior alveolar nerve block, alkalinized lidocaine using sodium bicarbonate showed lower injection pain. There was significant difference statistically from plain lidocaine($p=0.019$). Comparing with plain lidocaine, alkalinized lidocaine produced more rapid onset (lip & pulp anesthetic onset), there was no significant difference($p>0.05$), but there was boundary significance ($0.05<p=0.094<0.1$). Alkalinized lidocaine produced higher anesthetic success rate than plain lidocaine, there was significant difference ($p=0.016$)

There was no significant difference in duration and postinjection discomfort between alkalinized and plain lidocaine($p>0.05$).

These results suggest that addition of sodium bicarbonate to 2% lidocaine(1:100,000 epinephrine) for inferior alveolar nerve block is more effective for reduction of injection pain and onset time.

Key words : Alkalinized lidocaine, Inferior alveolar nerve blocks, Sodium bicarbonate

I. 서 론

리도카인(lidocaine)을 이용한 하치조신경 전달 마취는 하악의 외과적 술식을 비롯한 다른 많은 치과 치료 시 가장 흔히 사용되는 국소 마취 방법이다. 하지만, 마취 시의 동통, 마취 효과의 발현 속도 및 마취 지속 시간 등에 있어서,

임상적으로 항상 성공적인 결과만을 나타내지는 않는다¹⁻⁵⁾. 비록 이러한 실패에 대해 많은 이유들이 언급되었지만, 또 다른 이유는 마취 약제가 신경으로 효과적으로 확산 되지 않기 때문일 수도 있다⁶⁾.

이상적인 국소 마취제는 인체 조직에 자극이 없고, 마취효과가 신속히 발현되고, 지속시간이 충분히 길어야 한다. 또,

적은 용량으로도 완전한 마취를 이룰 수 있는 충분한 효능이 필요하고, 과민 반응 혹은 독작용이 없어야 하며, 안정성이 높고 보존 기간이 길어야 한다. 이러한 성질 등을 충족시키기 위해 실제로 많은 약제들이 개발되었고 다양한 실험들이 시행되었지만, 임상적으로 사용된 것은 극소수에 불과하며, 보다 안전하고 효과가 좋으면서도 독성이 없는 국소마취제의 개발에 대한 연구가 계속되고 있다.

마취제의 효능은 같은 마취 약제에서도 수소이온지수(pH)에 따라서 달라질 수 있다. 많은 국소 마취제 중 리도카인은 현재까지 가장 널리 쓰이는 안전한 아마이드(amide)형 제제로서, pH 7.9의 약 염기이지만 알칼리성 용액 상태에서 화학적으로 불안정하므로, 보통 5.0에서 7.0 사이의 pH에서 상분화된다⁷⁾. 하지만, 임상적으로 카트리지(cartridge)의 형태로 사용되고 있으며 이는 1:10만 에피네프린 함유 2% 리도카인 카트리지의 경우 마취 약제(2% lidocaine) 36mg, 혈관 수축제(1:100,000 epinephrine), 산화방지제(sodium bisulfite), 보존제(methyl paraben), 등장액을 이루기 위한 식염(sodium chloride), 증류수로 구성되어 있고, 이러한 혈관 수축제와 산화 방지제의 첨가로 더욱 산성(pH 3.3-4)을 나타낸다⁸⁾.

리도카인 용액을 산성화하여 화학적 안정성과 용해도가 유지되고, 제품 유효 기간이 연장되지만, 이러한 마취 용액의 산성화는 주사 시 수초간의 작열감 혹은 찌르는 듯한 통증을 나타낸다^{9,10)}.

또한 이러한 마취 약제의 pH는 해리(dissociation)에도 영향을 미친다. 주사된 리도카인은 전하를 띤 양이온과 비이온화 호지성(lipophilic) 유리 염기로 존재하게 되는데, 이 중 비이온화 호지성 유리 염기가 지방으로 구성된 신경초를 쉽게 통과하여 이것의 수가 많아야 마취 작용을 나타낸다. 따라서, 약제를 알칼리화 하면, 이러한 비이온화 호지성 유리 염기의 유리가 용이해지고 마취 효과의 발현이 신속해지는 동시에 강력해진다¹¹⁻¹³⁾. 하지만, 알칼리가 너무 많으면 염기가 침전하여 효력이 저하되며, 마취제의 반감기가 감소하게 된다.

마취 약제의 알칼리화는 중탄산나트륨(sodium bicarbonate)을 이용할 수 있다. 중탄산나트륨(탄산수소나트륨)은 0.84% 용액상태에서 pH 8.3이며, 보통 산성혈증(acidosis), 담마진, 습진 등의 각종 원인에 의한 체액 산성화 방지를 위해 정주하여 투약한다.

이에 본 연구에서는 하치조 신경 전달 마취 시, 중탄산나트륨으로 알칼리화 된 2% 리도카인을 이용하여 마취제 주입 시 동통, 마취 효과의 발현 속도, 지속 시간, 마취 각성 후 불편감에 대하여 기존의 2% 리도카인과 비교 평가하여 그 효능에 관하여 알아보려고 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구대상

전신적으로 특별한 과거력이 없이 건강하며(ASA I), 실험에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용 중이지 않는 환자를 대상으로 하였다. 이들의 하악 제2대구치와 상악 견치는 치아 우식, 수복물, 치주 질환, 과거의 외상 등이 없는 건전한 치아였으며 총 30명(남:여=21명:9명, 평균:23.7세) 환자들이 실험에 동의(written informed consent)하여 참가하였다.

2. 연구방법

1) 연구 재료

대조군은 2% lidocaine(1:100,000 epi.) 1.8ml를 사용하였고, 실험군은 알칼리화 된 리도카인을 제조하기 위하여 기존의 리도카인과 sodium bicarbonate를 10:1의 비율로 혼합하였고, 이는 8.4% sodium bicarbonate 0.16 ml와 2% lidocaine(1:100,000 epi.) 1.64ml의 용량으로 하였다. 각각의 재료들은 모두 pH meter (Thermo Orion®, USA)로 pH를 측정하였고, 대조군의 pH는 평균 2.92±0.041, 실험군의 pH는 평균 7.41±0.035를 나타내었다.

2) 연구 방법

개개의 환자에게 통상적인 하치조 신경 전달 마취법을 이용하여 실험군, 대조군을 각각 1.8ml씩 주입하고 부수적으로 2% lido.(1:100,000 epi.) 0.16ml를 사용하여 장첩 신경을 마취하였다. 실험군, 대조군은 개개의 환자마다 좌, 우측으로 blind test 하였고, 마취는 27 gauge의 치과용 마취 바늘을 이용하여 20초간 주입하였다.

3) 측정 방법

Injection 후 마취제 주입 시 동통, 마취 효과 발현 시간(구순부 마취 시간, 치수 마취 시간, 마취 성공률), 마취 지속 시간, 마취 각성 후 불편감에 대하여 측정하였다.

① 마취제 주입 시 동통 (injection pain)

100 mm visual analogue scale을 이용하여 마취 시 동통의 정도를 수치화하였다.

② 마취 효과 발현 (onset)

구순부 마취 효과 발현(Lip anesthesia onset) : injection 1분 후 매 1분마다, 하치조 신경의 피부 분절(dermatome)에 dial tension gauge (Teclock®, Japan)에 부착한 .018 wire로 30gm의 힘으로 pin prick test를 시행하여, 동통이 없어지는 시간을 측정하였다.

치수 마취 효과 발현(Pulp anesthesia onset) : injec-

tion 2분 후 매 1분마다 하악 제2대구치에 전기 치수 검사(EPT)를 시행하였다. digital pulp vitality tester (Digitest®, USA)를 이용하여 baseline vitality(상악 견치에서 측정)부터 maximum setting (64/64)에 연속 2회 반응이 없는 시간을 측정하였다.

마취 성공률(Anesthetic success) : injection 후 가장 깊은 심도를 나타내는 16분 이내에 maximum setting(64/64)에 연속 2회 반응이 없는 경우를 success로, 이에 실패한 경우 지연 발현(slow onset)으로 간주하여 측정하였다.

③ 마취 지속 시간 (duration)

하치조 신경의 피부 분절에 무감각(numbsness)이 없지고, 정상적인 감각으로 돌아 온 시간을 측정하였다.

④ 마취 각성 후 불편감 (postinjection discomfort)

마취 효과가 사라진 당일 날, 주사된 부위의 동통과 개구 장애(trismus) 여부를 none/mild/moderate/severe의 four-point scale을 이용하여 측정하였다.

4) 평가 방법

각각의 대상에서 측정된 계측값은 유의성 검정을 위하여 SPSS(version 10.0) 프로그램을 이용하였으며, 마취제 주입 시 동통, 마취 각성 후 불편감은 Wilcoxon signed-ranks test, 마취 성공률은 McNemar test, 구순부 마취 효과 발현, 치수 마취 효과 발현, 마취 지속 시간은 Paired T-test로 검정하였다.

Table 1. Injection Pain

	Visual Analogue Pain Scoring (mm)				Level of Significance
	Mean	Min.	Max.	SD	
E	28.35	8	60	16.72	0.019
C	38.05	8	66	16.95	P<0.05

C : Controlled Group, E : Experimental Group, NS : No Significant Difference

Table 2. Lip Anesthesia Onset

	Onset of Lip Anesthesia (min.)				Level of Significance
	Mean	Min.	Max.	SD	
E	5.78	2	15	3.11	0.605
C	6.28	4	9	1.89	NS

C : Controlled Group, E : Experimental Group, NS : No Significant Difference

Ⅲ. 연구 결과

1. 마취제 주입 시 동통

VAS을 이용한 계측에서 실험군은 평균 28.35mm, 대조군은 평균 38.05mm로 실험군에서 낮은 통증을 나타내었으며, 이는 검정 결과 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p=0.019). (Table 1)

2. 구순부 마취 효과 발현

실험군에서 평균 5.78분, 대조군에서 평균 6.28분으로 실험군에서 평균적으로 신속한 마취 효과 발현을 나타내었지만, 검정 결과 통계적으로 유의할 만한 수준은 아니었다(p>0.05). (Table 2 & Fig. 1)

3. 치수 마취 효과 발현

실험군에서 평균 6.12분, 대조군에서 평균 8.37분으로 실험군에서 평균적으로 신속한 발현을 보였으나, 유의할 만한 수준은 아니었다(p>0.05). 하지만 이는 경계역의 유의성을 나타내었다(0.05<p=0.094<0.1). (Table 3 & Fig. 2)

4. 마취 성공률

16분 내에 마취 효과가 나타난 마취 성공률은 실험군에서 88% (지연 발현 12%), 대조군에서 47% (지연 발현 53%)을 나타내었고, 이는 검정 결과 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p=0.016). (Table 4)

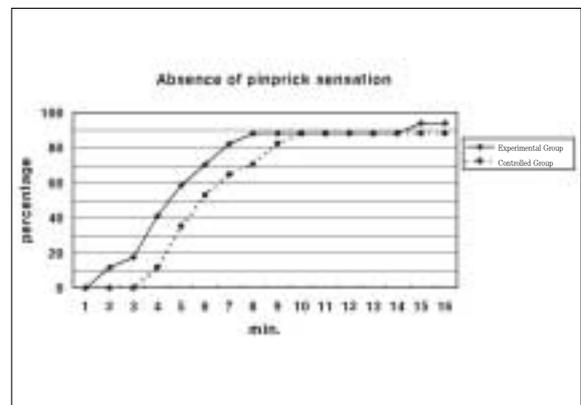


Fig. 1. Onset of lip anesthesia

Table 3. Pulp Anesthesia Onset

	Onset of Pulp Anesthesia (min.)				Level of Significance
	Mean	Min.	Max.	SD	
E	6.12	3	15	3.94	0.094
C	8.37	4	15	3.85	NS

C : Controlled Group, E : Experimental Group, NS : No Significant Difference

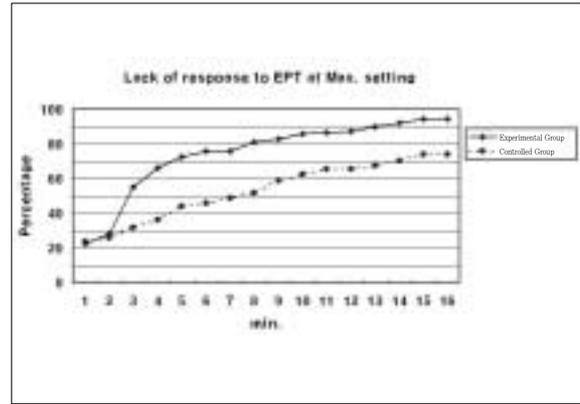


Fig. 2. Onset of pulp anesthesia

Table 4. Anesthetic Success

	Success	Slow Onset	Level of Significance
E	88%	12%	0.016
C	47%	53%	P<0.05

C : Controlled Group, E : Experimental Group, NS : No Significant Difference

Table 5. Duration

	Return to Normal Sensation (min.)				Level of Significance
	Mean	Min.	Max.	SD	
E	194.88	135	259	38.48	0.841
C	193.52	111	263	42.92	NS

C : Controlled Group, E : Experimental Group, NS : No Significant Difference

Table 6. Postinjection Discomfort

		None	Mild	Moderate	Severe	Level of Significance
		Pain	E	82%	6%	12%
	C	76%	18%	6%	0%	NS
Trismus	E	88%	12%	0%	0%	1.000
	C	88%	12%	0%	0%	NS

C : Controlled Group, E : Experimental Group, NS : No Significant Difference

5. 마취 지속 시간

실험군에서 평균 194.88분, 대조군에서 평균 193.52분으로 두 군 간에 별다른 차이를 나타내지 않았다(p>0.05). 하지만 실험군은 lidocaine과 epinephrine의 함량이 더 적다는 점을 감안하여 볼 때 이는 실험군이 더 긴 지속시간을 나타낸다고 보여진다. (Table 5)

6. 마취 각성 후 불편감

동통에 있어서, 실험군이 'none' 82%, 'mild' 6%, 'moderate' 12%를 보였고, 대조군은 'none' 76%,

'mild' 18%, 'moderate' 6%를 나타내었으며, 이는 통계학적으로 차이가 나타나지 않았다(p>0.05). 개구 장애는 실험군, 대조군 모두 'none' 88%, 'mild' 12%로 같은 결과를 나타내었다(p>0.05). (Table 6)

IV. 총괄 및 고찰

하치조 신경 전달 마취는 하악의 치과 치료 시 가장 흔히 사용되는 국소 마취 방법이다. 또한 수많은 마취 약제 중, 리도카인(lidocaine)은 안전하고 효과적인 제제로써, 이를 이용한 하치조 신경 전달마취를 상용하고 있지만, 항상 임상적으로 성공적인 결과만을 야기하지는 않는다. Sodium

bicarbonate는 체액의 산성화 교정에 사용되는 약제로서, 경막의 마취 등 마취와 영역에서 리도카인 등의 마취약제와의 혼합 사용이 시행되어져 왔으며, 이를 하치조 신경 전달 마취 시에 응용하였다. 본 연구는 알칼리화 된 리도카인을 기존의 리도카인과 동통, 마취 발현 속도, 지속 시간, 마취 회복 후 불편감에 대하여 비교 평가함으로써 그 효용성을 연구하였다.

마취 시의 동통은 약제의 성분, pH, 삼투압, 약제 용량, 주사 시의 속도 등에 영향을 받는다. 따라서 주입 속도는 20초간으로, 주사침은 27G, 용량은 1.8ml 로 control 하였고, 같은 약제에서 pH 만을 변형시킴으로써 동통에 대한 비교를 시행하였다. Malamed⁹⁾는 마취 시의 작열감과 같은 동통은 약제의 낮은 pH가 일차적인 원인이라고 하였다. 이에 약제를 알칼리화 하였을 때의 동통의 차이에 관하여 많은 연구가 있었다. Yuen과 Dolman¹⁴⁾은 안검 수술에서 알칼리화 된 리도카인의 사용이 낮은 동통을 나타낸다고 보고하였고, Fitton 등¹⁵⁾은 침윤 마취 시, 리도카인의 알칼리화는 의미 있는 동통의 감소를 나타낸다고 보고하였다. 이렇게 알칼리화 된 마취 약제의 동통 감소 효과에 대한 비슷한 논문들이 많이 발표되었지만, 이에 반하는 결과를 보고한 이들도 많았다. Serour 등¹⁶⁾은 음경배 신경 전달 마취(dorsal penile nerve block)에서 알칼리화 된 국소 마취제의 주사 시 동통이 감소되지 않았다고 보고하였고, Primosch와 Robinson¹⁷⁾은 알칼리화 된 리도카인의 구강 내 주사 시 유의한 동통의 감소를 보이지 않았다고 보고하였다. 이렇게 상반된 결과를 보이는 것은 여러 가지 이유가 있겠지만, 주로 환자 개인의 동통의 역치가 차이가 나기 때문일 것으로 사료된다. 하지만 본 연구에서는 동일한 한 명의 환자에서 실험군과 대조군을 비교한 것으로 동통의 역치 차이는 영향을 미치지 않았다. 또, 각 군의 주사를 동일한 시간에 시행함으로써, 시간 간격(2주)을 두고 시행한 다른 구강 내 주사 시의 동통을 비교한 다른 연구들과 비교할 때, Visual Analogue Scale을 이용하여 수치화된 동통 정도의 재현에서 생길 수 있는 오차를 없앴다고 사료된다. 따라서 본 연구에서 나타난 알칼리화 된 리도카인의 하치조 신경 전달 마취 시 동통의 감소는 보다 신뢰성이 있다고 사료된다.

하치조 신경 전달 마취 시, 마취 효과의 발현에 관하여 임상적으로 보통 하순의 무감각(numbsness)을 확인하게 되는데, 이러한 연조직의 무감각이 항상 치수의 마취를 보장하지는 않는다. 이에 대한 가설로 부수적인 신경 지배¹⁸⁾, 주사 침 위치의 정확성¹⁹⁾, 마취 약제의 가장 저항이 적은 경로로의 확산²⁰⁾, central core theory³⁾ 및 심리적인 요인²¹⁾이 포함된다. 따라서 본 연구에서는 하치조 신경 전달 마취 효과의 발현을 구순부 마취 효과 발현, 치수 마취 효과 발현, 마취 성공률로 나누어서 평가하였다.

구순부 마취 효과 발현은 Vreeland 등³⁾에 의하면, 평균

8.8 ± 1.290 분을 보고하였는데, 이는 하순의 무감각을 평가하기 위하여 이를 주관적인 질문으로 측정하였으며, Hersh E 등²²⁾은 마취 후 5분, 15분 후에 그리고 각 15분마다 Visual Analogue Scale을 이용한 하순의 무감각 정도를 수치화함으로써 평가하였다. 본 연구에서는 하치조 신경 손상으로 하순의 지각 마비를 평가하는 방법인 tension gauge를 이용한 pin prick test를 이용하여 마취 효과의 발현 시간을 측정하였다. 이 방법은 본 연구가 각 군을 좌, 우측으로 나누어서 실험을 시행하고 일정한 힘의 자극을 이용하여, 마취 효과가 발현이 되는 속도를 비교 평가하는 데에 주안점을 두었기 때문에 적절한 방법이라 사료된다.

치수의 마취를 평가하기 위하여 전기 치수 검사(Electric Pulp Test: EPT)를 이용하였다. Harris²³⁾는 EPT가 국소 마취의 정도를 평가하는 보다 정확하고 객관적인 방법이라고 보고하였고, McDaniel 등²⁴⁾은 치수에 지속적인 EPT 자극이 조직학적인 손상을 입히지 않는다고 보고하였다. 이에 본 연구에서도 치수 마취 효과 발현 시간 측정을 위하여 EPT를 시행하였다. 보통 EPT는 정확한 적용이 다소 까다로우며 가성 반응(false response)이 많은 것으로 알려져 있는데, 본 연구에서 나타난 대조군의 치수 마취 효과 발현 평균 시간이 8.37 ± 3.85 분으로 측정된 것은 Vreeland 등³⁾이 보고한 8.44 ± 1.85 분, Chaney M 등²⁵⁾이 보고한 8.2 ± 2.0 분 등, 기타 다른 연구와 유사한 결과이며 이를 미루어 짐작하면 본 연구의 측정이 비교적 정확히 행해졌던 것으로 사료된다.

Vreeland 등³⁾에 의해 보고된 하치조 신경 전달 마취 후 심도 있는 마취 효과를 얻는데 필요한 최적의 시간은 15분이며, 이에 따라 마취 성공률과 지연 발현으로 나누었다. Vreeland 등은 63.3%, Reitz 등²⁶⁾은 71%의 높은 마취 성공률을 보고하였지만, 다른 연구에서는 37%에서 63% 정도의 성공률을 보고하였다²⁵⁾. 본 연구에서 나타난 대조군의 경우도 47%로 다른 연구들과 큰 차이를 나타내지는 않았다.

마취 지속 시간은 통상적으로 하순의 경우, 감각이 정상적으로 돌아오는 3-4시간 정도를 나타낸다²²⁾. 본 연구에서도 대조군이 평균 193.52 ± 42.9 분으로 정상적으로 측정되었으며, 흥미로운 것은 약제의 용량을 조절하기 위해 실험군에서 리도카인과 에피네프린의 용량이 더 적게 함유되었음에도 불구하고 평균 194.88 ± 38.4 분으로 대조군과 차이가 없음을 나타내었다. 이는 실험군에서 이용된 1.64ml의 2% lidocaine(1:100,000 epinephrine) 용량이 통상적인 하치조 신경 전달 마취 시, 적정 수준의 마취 효과와 지속 시간을 나타내는데 아무 문제가 없었기 때문이라고 사료된다.

하치조 신경 전달 마취에서 에피네프린 함유 리도카인과 hyaluronidase 첨가 시와의 마취 효능에 관한 연구에서 Ridenour 등²⁷⁾은 마취 각성 후 불편감에 대하여 four-

point pain scale로 평가한 결과, 마취 효과가 사라진 첫날, none 40%, mild 47%, moderate 7%, severe 7%를 보고하였으며, 다른 연구에서도 이와 유사한 정도의 불편감을 나타내었다. 본 연구에서는 이보다 낮은 정도의 불편감을 보였는데, 이는 개개인 마다의 역치 차이에 기인한다고 판단되며, 중요한 것은 한 개인에서 각각 측정된 실험군과 대조군의 불편감이 차이가 없다는 것이라 생각한다.

마취제의 알칼리화는 앞서 설명된 바와 같이, 동통의 감소를 나타내며 마취 효과가 신속해 지는 동시에 강력해 진다. 하지만 단점은 마취제의 보관 기간이 감소한다는 것이다. 이는 화학적 안정성이 낮아지기 때문인데, 따라서 대부분의 연구에서도 알칼리화 된 리도카인의 경우 제조한 후 가급적 빠른 시기 내에 사용할 것을 추천하고 있다. 하지만 Larson 등²⁸⁾에 의하면, 0-4℃로 냉장보관 될 경우, 4주 후에 리도카인과 에피네프린이, 초기 농도의 94.54%와 82.04%로 유지될 수 있음을 보고하면서, 적절한 냉장 보관으로 2주까지 안정되게 유지됨을 보고하였다. 이에 본 저자는 보관 기간에 대한 단점도 임상적으로 크게 문제되지는 않을 것으로 사료된다.

이상을 종합하여 볼 때, 하치조 신경 전달 마취 시 알칼리화 된 리도카인은 마취 시의 동통, 마취 효과의 발현 속도, 지속 시간, 마취 각성 후 불편감에 있어서 매우 효과적이라고 사료된다. 임상적으로, 보관 기간에 대한 다소간의 불편함이 있지만, 이를 보완한다면 하치조 신경 전달 마취를 비롯한 다른 국소 마취 영역에 있어서 매우 효과적인 방법이라 사료된다.

V. 결 론

하치조 신경 전달 마취 시, sodium bicarbonate를 이용한 알칼리화 된 리도카인의 마취 효능에 관해 연구하기 위하여 전신적으로 특별한 과거력을 가지고 있지 않은 건강한 환자 30명을 대상으로, 마취 시의 동통, 마취 효과의 발현 속도, 마취 효과의 지속 시간, 마취 각성 후 불편감에 대하여 기존의 리도카인과 비교 평가를 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 마취제 주입 시 동통(injection pain)에서, 알칼리화 된 리도카인은 기존의 리도카인보다 동통의 감소를 관찰하였다($p < 0.05$).
2. 마취 효과 발현 중, 구순부 마취 효과 발현은 평균적으로 알칼리화 된 리도카인이 신속했지만, 통계적으로 유의할 만한 수준은 아니었다($p > 0.05$).
3. 마취 효과 발현 중, 치수 마취 효과 발현은 평균적으로 알칼리화 된 리도카인에서 신속했고, 통계적 검정 결과 경계역의 유의성을 나타내었다($0.05 < p < 0.1$).
4. 마취 효과 발현 중, 마취 성공률(지연 발현)은 알칼리화

된 리도카인에서 높은 성공률을 관찰하였다($p < 0.05$).

5. 마취 지속 시간과 마취 각성 후 불편감에 있어서는 알칼리화 된 리도카인과 기존의 리도카인이 별다른 차이가 없었다($p > 0.05$).

이상의 결과를 토대로 하치조 신경 전달 마취 시 sodium bicarbonate를 이용하여 알칼리화 된 리도카인은 마취 시 동통의 감소와 신속한 마취 효과의 발현을 나타내고 지속 시간과 마취 각성 후 불편감에서 기존의 리도카인과 별다른 차이가 없으므로, 이의 응용은 많은 치과 치료 시 매우 유용한 방법이라 사료된다.

참고문헌

1. Agren E, Danielsson K : Conduction block analgesia in the mandible. *Swed Dent J* 5 : 81, 1981.
2. McLean C, Reader Aa, Beck M et al : An evaluation of 4% prilocaine and 3% mepivacaine compared to 2% lidocaine (1:100,000 epinephrine) for inferior alveolar nerve block. *J Endodontol* 19 : 146, 1993.
3. Vreeland D, Reader A, Beck M et al : An evaluation of volumes and concentrations of lidocaine in human inferior alveolar nerve block. *J Endodontol* 15 : 6, 1989.
4. Hinkley S, Reader A, Beck M et al : An evaluation of 4% prilocaine with 1:200,000 epinephrine and 2% mepivacaine with levonordefrin compared to 2% lidocaine with 1:100,000 epinephrine for inferior alveolar nerve block. *Anesth Prog* 38 : 84, 1991.
5. Reisman D, Reader A, Nist R et al : Anesthetic efficacy of the supplemental intraosseous injection of 3% mepivacaine in irreversible pulpitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 84 : 676, 1997
6. Strichartz G : Molecular mechanisms of nerve block by local anesthetics. *Anesthesiology* 45 : 421, 1976.
7. Moore DC : The pH of local anesthetic solutions. *Anesth Analg* 60 : 833, 1981.
8. Bartfield JM, Gennis P, Barbera J et al : Buffered versus plain lidocaine as a local anesthetic for simple laceration repair. *Ann Emerg Med* 19 : 1387, 1990.
9. Malamed SF : Handbook of local anesthesia. 4th ed. St. Louis: Mosby; 1997.
10. Morris RW, Whish DKM : A controlled trial of pain on skin infiltration with local anaesthetics. *Anaesth Intensive Care* 12 : 113, 1984.
11. Catchlove RFH : The influence of CO₂ and pH on local anesthetic action. *J Pharmacol Exp Ther* 45 : 421, 1972.
12. Necheles H, Gerard RW : The effect of carbon dioxide on nerve. *Am J Physiol* 93 : 318, 1930.
13. Gupta YK, Doval DC, Nath C et al : Evaluation of carbonated solution of Xylocaine as local anaesthetic. *Indian J Med Res* 75 : 579, 1982.
14. Yuen VH, Dolman PJ : Comparison of three modified lidocaine solutions for use in eyelid anesthesia. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 15 : 143, 1999.
15. Fitton AR, Ragbir M, Milling MA : The use of pH adjusted lidocaine in controlling operative pain in the day surgery unit: a prospective, randomised trial. *Br J Plast Surg* 49 : 404, 1996.
16. Serour F, Levine A, Mandelberg A : Alkalinizing local anesthetic does not decrease pain during injection for dor-

- sal penile nerve block. *J Clin Anesth* 11: 563, 1999.
17. Primosch RE, Robinson L : Pain elicited during intraoral infiltration with buffered lidocaine. *Am J Dent* 9 : 5, 1996.
 18. Frommer J, Mele FA, Monroe CW : The possible role of the mylohyoid nerve in mandibular posterior tooth sensation. *J Am Dent Assoc* 85 : 113, 1972.
 19. Hannan L, Reader A, Nist R et al : The use of ultrasound for guiding needle placement for inferior alveolar nerve blocks. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontol* 87 : 658, 1999.
 20. Galbreath JC, Eklund MK : Tracing the course of the mandibular block injection. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 30 : 571, 1970.
 21. Fiset L, Getz T, Milgrom P et al : Local anesthetic failure: diagnosis and management strategies. *Gen Dent* 5 : 414, 1989.
 22. Hersh E, Hermann D, Lamp C et al : Assessing the duration of mandibular soft tissue anesthesia. *JADA* 126 : 1531, 1995.
 23. Harris SC, Blockus LE : The reliability and validity of tooth pulp algesimetry. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics* 104 : 135, 1952.
 24. McDaniel KF, Rowe NH, Charbeneau GT : Tissue response to an electric pulp tester. *Journal of Prosthetic Dentistry* 29 : 84, 1973.
 25. Chaney MA, Kerby R, Reader A et al : An Evaluation of lidocaine hydrocarbonate compared with lidocaine hydrochloride for inferior alveolar nerve block. *Anesth Prog* 38 : 212, 1991.
 26. Reitz J, Reader A, Nist R et al : Anesthetic efficacy of the intraosseous injection of 0.9ml of 2% lidocaine(1:100,000 epinephrine) to augment an inferior alveolar nerve block. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontol* 86 : 516, 1998.
 27. Ridenour S, Reader A, Beck M et al : Anesthetic efficacy of a combination of hyaluronidase and lidocaine with epinephrine in inferior alveolar nerve blocks. *Anesth Prog* 48 : 9, 2001.
 28. Larson PO, Ragi G, Swandby M et al : Stability of buffered lidocaine and epinephrine used for local anesthesia. *J Dermatol Surg Oncol* 17 : 411, 1991.

저자 연락처

우편번호 330-716
충남 천안시 신부동 산 7-1번지
단국대학교 치과대학 구강악안면외과학교실
김 경 욱

원고 접수일 2004년 11월 19일
게재 확정일 2005년 2월 11일

Reprint Requests

Kyung-Wook Kim
Dept. of Oral & Maxillofacial Surg. School of Dentistry.
Dankook University, 7-1 Sinbudong, Cheonan, 330-716, Korea
Tel : 82-41-550-1993 Fax : 82-41-551-8988
E-mail : kkwoms@dku.edu

Paper received 19 November 2004
Paper accepted 11 February 2005